

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-173530

(43)Date of publication of application : 11.07.1995

(51)Int.Cl.

C21D 8/00

C21D 9/04

C22C 38/00

(21)Application number : 05-320098

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 20.12.1993

(72)Inventor : UCHINO KOICHI  
KUROKI TOSHIYA

## (54) PRODUCTION OF HIGH TOUGHNESS RAIL HAVING PEARLITE METALLIC STRUCTURE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To produce a high toughness rail by imparting toughness to a high carbon steel, excellent in strength and wear resistance and having a pearlitic structure.

CONSTITUTION: At the time of rolling a steel contg. 0.6 to 1.00% C to form into a rail, three passes of continuous rolling are performed in the finish rolling at temp. range of 850 to 1000° C, at area reduction rate of 5 to 30% for each pass and with interpass time of ≤8sec and then air cooling or accelerated cooling is executed. Based on the knowledge that, concerning a high carbon steel, austenitic grains are easy to recrystallize, and immediately after rolling, recrystallized grains close to dynamic recrystallized grains are produced, rolling is executed by the same method, by which fine rolling recrystallized grains can be obtd. to remarkably improve the roughness of the pearlitic steel.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3113137

[Date of registration]

22.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-173530

(43) 公開日 平成7年(1995)7月11日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/00		B 7217-4K		
9/04		A		
C 2 2 C 38/00	3 0 1	Z		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-320098

(22) 出願日 平成5年(1993)12月20日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 内野 耕一

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新

日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 黒木 俊哉

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新

日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 パーライト金属組織を呈した高靱性レールの製造法

(57) 【要約】

【目的】 強度と耐摩耗性に優れた高炭素のパーライト組織を呈した鋼に靱性を付与した高靱性レールの製造方法。

【構成】 Cを0.6～1.00%含む鋼をレールに圧延する際、仕上圧延において、850～1000℃の間で1パス当りの断面減少率5～30%の圧下でパス間時間が8秒以下の連続圧延を3パス以上行う、すなわち、タンデム圧延を行い、その後、放冷あるいは加速冷却し、高強度の高靱性レールを得る製造方法。

【効果】 高炭素鋼は、オーステナイト粒が再結晶し易く、圧延直後に動的再結晶に近い再結晶を生ずるという知見に基づき、上記方法で圧延すると細粒の圧延再結晶粒を得ることができ、パーライト鋼の靱性を著しく向上することが可能となる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 C: 0.60~1.00% を含有する炭素鋼または低合金鋼の鋼片をレール形状に粗圧延した後、該レールの表面温度が 850~1000℃ の間を、1パス当たり断面減少圧下率が 5~30% の圧延を 3パス以上でかつ圧延パス間を 10 秒以下とする連続仕上圧延を施し、続いて放冷する事を特徴とするパーライト金属組織を呈した高靱性レールの製造法。

【請求項 2】 C: 0.60~1.00% を含有する炭素鋼または低合金鋼の鋼片をレール形状に粗圧延した後、該レールの表面温度が 850~1000℃ の間を、1パス当たり断面減少圧下率が 5~30% の圧延を 3パス以上でかつ圧延パス間を 10 秒以下とする連続仕上圧延を施し、続いて 700℃ 以上の温度から 700~500℃ の間を 2~15℃/秒で冷却する事を特徴とするパーライト金属組織を呈した高靱性レールの製造法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鉄道その他産業機械用として使用される強度と耐摩耗性に優れた高炭素のパーライト組織を呈した鋼に、靱性を付与した高靱性レールの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 高炭素でパーライトの金属組織を呈した鋼は強度が高く、耐摩耗性が良好なことから構造材料として使用され、中でも鉄道車両の重量増加に伴う高軸荷重化や高速輸送化に対応してレールが特に多く仕様されている。

【0003】 このような鋼材の製造法としては、例えば特開昭 55-276 号公報には「パーライト組織を呈しやすい特定成分の鋼を A<sub>c3</sub> 点以上の加熱温度から冷却して 450~600℃ の温度で恒温変態させて、微細パーライト組織を生成させる硬質レールの製造法」、また特開昭 58-221229 号公報には「C: 0.65~0.85%, Mn: 0.5~2.5% を含有して高温での熱を保有した Mn 高レールを急冷し、レールまたはレールヘッドの組織を微細なパーライトとして耐摩耗性を改善したレールの熱処理法」、さらに特開昭 59-133322 号公報は「安定してパーライト組織が得られる特定成分の圧延レールを、A<sub>r3</sub> 点以上の温度から特定温度の熔融塩浴中に浸漬して、レール頭頂部表面下約 10mm までに H<sub>v</sub> > 350 の硬さをもつ微細なパーライト組織を呈するレールの熱処理方法」が開示されているごとく、多くの技術が知られている。

【0004】 しかしながら、パーライト鋼の強度や耐摩耗性は合金元素の添加によって所要の規格品のレールが容易に得られるとは言え、靱性はフェライト組織を主体とした鋼に比較して著しく低く、例えばパーライトレール鋼では JIS 3 号 U ノッチシャルピー試験での常温試験値で 1~2 kgf・m 程度である。このように靱性の低

い鋼を繰返し荷重や振動の懸かる分野で構造部材として仕様した場合、微小な初期欠陥や疲労き裂から低応力脆性破壊を引き起こす問題があった。

【0005】 一般に、鋼の靱性を向上させる手段には金属組織の細粒化つまりオーステナイト組織の細粒化や粒内変態によって達成されるものと言われている。従って、オーステナイト組織の細粒化は、例えば圧延時の低温加熱あるいは特開昭 63-277721 号公報に開示されているように制御圧延と加熱処理の組合せ、また圧延後の低温加熱処理などが利用されている。しかし、レールの製造法においては、成形性確保の観点から圧延時の低温加熱や制御圧延における低温圧延、大圧下圧延の適用が困難な理由から、今日においても従来から低温加熱処理法による靱性向上が図られている。ところが、この方法も、近來の各鋼製品における省力化・生産性向上技術の開発が進められる中で製造コストが高く、生産性も低いなどの問題があり、これらの問題の早期解決が望まれている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記の問題点を解消しようとするものであり、レール成形、低温あるいは大圧下に依っていた制御圧延の問題を克服し、共析鋼特有の制御圧延を行い、共析炭素鋼のレールの靱性を向上させる方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、細粒のパーライト組織を得て靱性を向上させた鋼を製造するために、鋼成分とその製造法から多くの実験を試みた結果、共析炭素鋼に近い高炭素の鋼はそのオーステナイト状態での加工において、比較的低温で、かつ小さい圧下量でも圧延直後に再結晶することを見だし、小圧下でかつ圧延パス間を短縮する連続圧延を施すことによって整粒の微細オーステナイト粒を得、その結果、細粒のパーライト組織が得られることを知見した。

【0008】 本発明はこのような知見に基づいて構成したものであって、その要旨とするところは重量% で C: 0.60~1.00% を含有する炭素鋼または低合金鋼の鋼片をレール形状に粗圧延した後、該レールの表面温度が 850~1000℃ の間を 1パス当たり断面減少圧下率が 5~30% の圧延を 3パス以上でかつ圧延パス間を 10 秒以下とする連続仕上圧延を施し、続いて放冷あるいは 700℃ 以上の温度から 700~500℃ の間を 2~15℃/秒で冷却するパーライト金属組織を呈した高靱性レールの製造法である。

【0009】 以下、本発明について詳細に説明する。先ず、本発明において鋼成分を上記のように限定した理由について説明する。通常の溶解炉で溶製された溶鋼を連続製造法あるいは造塊分塊法の工程を経て製造された炭素鋼片、あるいはさらに Cr, Mo, V, Ni などの強度靱性向上元素を少量含有した低合金鋼片において、C

は、製造されるレールにパーライト金属組織を生成させ耐摩耗性を確保する有効な成分であり、0.60%以上を含有させる必要がある。しかし、1.00%を超える過剰な量を含有させる事はセメンタイト金属組織が多く析出して硬さを増加し延性を低下し、本発明が目的の靱性を著しく低下させる問題がある。従って、本発明においては炭素鋼片あるいは低合金鋼片に含まれるCの含有量を0.60~1.00%に限定した。

【0010】こうして製造された鋼片は、1050℃を超える通常の高温度に加熱した後レール形状に粗圧延し、続いて連続仕上圧延をする。粗圧延終了温度については特に限定するものではないが、仕上圧延工程の成形性を考慮して1000℃以上がよい。連続仕上圧延は最終サイズのレール形状に成形し仕上げるもので、粗圧延を終了した高い温度から連続仕上圧延を開始し、レールの表面温度が850~1000℃の間を、1パス当たり5~30%の断面縮少率で連続的に仕上圧延をする。

【0011】この連続仕上圧延条件は細粒なパーライト金属組織を得るのに必要な整粒でかつ細粒オーステナイト金属組織が得られる範囲である。すなわち本発明は、比較的多量のCを含有するため、①低い温度と圧下率で、細粒オーステナイト金属組織が再結晶し易いこと、②圧延後、完全再結晶に要する時間が非常に短いため、再結晶挙動が早く完了し易いこと、③小さな圧下率でも連続的に圧延を施す度に再結晶を繰り返し、次パスの圧延までオーステナイト金属組織の粒成長が抑制されるなどの理由から、細粒オーステナイト金属組織が得られる。このような現象が得られる連続仕上圧延法としてレールの表面温度で、850~1000℃の範囲に限定したものである。すなわち、850℃未満の低い仕上温度ではオーステナイト金属組織が未再結晶状態となり、微細なパーライト金属組織の生成が損なわれる。また、1000℃を超える仕上圧延ではオーステナイト金属組織が粒成長し、続いてパーライト組織変態時に粗粒なオーステナイト金属組織が生成して均一でかつ微細なパーライト金属組織が得られない。

【0012】この間の1パス当たりの断面縮少率で5~30%の圧下率は細粒オーステナイト金属組織を生成せしめるに有効な加工度であって、5%未満の軽度の圧下率ではオーステナイト金属組織が再結晶するに十分な歪加工度でなく、その反対に30%を超える過剰な圧下率ではレールの成形加工が困難となる。また連続仕上圧延においては、30%以下の断面縮少率で細粒オーステナイト金属組織を容易に生成せしめるために、オーステナイト金属組織の再結晶と粒成長を抑制するように、3パ

ス以上の圧延を行う必要がある。

【0013】しかも圧延されるパス間のレールは、高温度の熱を保有するためオーステナイト金属組織が成長し粗大な粒を生成して強度、靱性などレールに要求される特性を劣化する。従って本発明においては圧延パス間の時間を10秒以下に短縮して次の圧延を直ちに行い、オーステナイト金属組織の微細化延いては微細なパーライト金属組織を生成させる連続仕上圧延を行う必要がある。通常のリバース圧延のパス間時間は20~25秒程度である。従ってこの間に圧延されたオーステナイト金属組織粒はひずみの回復、再結晶、さらには粒成長ができなくなる程に大きくなり、圧延再結晶によるオーステナイト粒の細粒化効果が減じ、本発明が目的のレールを製造することができなくなるため、圧延パス間の時間をできるだけ短縮する必要がある。このような圧延条件で所定のサイズに成形され高温度の熱を保有するレールは、直ちに低温度まで放冷されて製品に供される。

【0014】さらにまた、強度の高いレールが要求される場合は、連続仕上圧延後変態強化機能をもつ700℃以上の温度から、冷却速度が鋼の変態に係わる温度範囲すなわち700~500℃の温度範囲を2~10℃/秒の速度で冷却する。この時の速度が2℃/秒未満では緩冷却ととなって放冷と同等程度の変態強化が得られて強化不十分となり、その反対に15℃/秒を超える急速冷却ではベイナイトやマルテンサイトなどの金属異常組織が生成して靱性を著しく阻害し脆化したレールが得られる。

【0015】上記のような本発明法によれば、細粒のパーライト組織を得て靱性を向上させたレールを製造することができる。

【0016】

【実施例】表1に金属組織がパーライトを呈する供試鋼の化学成分を示す。表2は表1に示した成分の鋼をレールに加工するに際しての加熱条件と仕上圧延条件を本発明および比較法と共に示す。表3は圧延後の冷却条件を示す。表4に表1から表3に示した鋼成分、圧延条件および冷却条件を組み合わせるレールを製造した場合の本発明法および比較法でのレール鋼の機械的性質を示す。

【0017】本発明法では鋼成分および冷却条件によりレールの強度は変化するが延性値(伸び)、靱性値(2UE+20)は比較法のそれに比較して著しく高い値を示すことがわかる。

【0018】

【表1】

鋼	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	Ti
A	0.65	0.20	0.90	—	—	—	—	—
B	0.80	0.50	1.00	0.20	—	0.05	—	—
C	0.75	0.80	0.80	0.50	—	—	0.02	0.01
D	0.80	0.25	0.90	1.20	0.20	—	—	—
E	0.95	0.20	0.80	—	—	—	—	—

【0019】

【表2】

符 号	加熱 温度 ℃	仕 上 げ 圧 延 条 件											
		1 パス 目		パ ス 間 秒	2 パス 目		パ ス 間 秒	3 パス 目		パ ス 間 秒	4 パス 目		パ ス 間 秒
		温度 ℃	圧下 率%		温度 ℃	圧下 率%		温度 ℃	圧下 率%		温度 ℃	圧下 率%	
本 発 明 法	a	1250	1000	25	1	1000	5	1	1000	15	1	1000	5
	b	1250	950	30	1	950	5	1	950	10	1	950	5
	c	1250	950	30	1	950	10	5	945	5	—	—	—
	d	1250	880	15	1	880	5	7	875	10	1	875	5
	e	1100	1000	25	1	1000	5	1	1000	15	1	1000	5
比 較 法	f	1250	950	30	1	950	2	—	—	—	—	—	—
	g	1250	1000	25	1	1000	5	25	980	15	1	980	2
	h	1250	1000	25	20	985	15	20	970	5	—	—	—
	i	1100	950	30	1	950	2	—	—	—	—	—	—

【0020】

【表3】

(5)

特開平 7 - 1 7 3 5 3 0

7

8

符 号	冷却開始 温度 ℃	冷却速度 ℃/S
I	800	4
II	800	6
III	720	10
IV	750	12
V	680	12
VI	650	12
VII	800	1

【0021】

【表4】

10

20

30

40

50

	符号	鋼	圧延 方法	冷却 方法	引張強さ (MPa)	伸び (%)	2UE+20 (J/cm <sup>2</sup> )
本 発 明 法	1	A	a	放冷	930	15	27
	2	B	b	I	1210	16	32
	3	B	b	III	1290	17	43
	4	D	b	放冷	1100	13	28
	5	C	c	II	1280	15	30
	6	B	d	III	1260	17	45
	7	B	e	IV	1320	17	42
	8	E	e	III	1220	16	33
比 較 法	9	A	f	放冷	940	12	18
	10	B	g	VII	1020	13	20
	11	D	h	放冷	1110	12	18
	12	B	i	V	1090	13	23
	13	E	i	VI	970	12	17

## 【0022】

【発明の効果】以上のように本発明法によって得られたレールは、特定された条件の仕上圧延さらには冷却によ

って製造されることによって微細なパーライト組織となり、かつ極めて靱性の優れたレールとすることができる。

## 【手続補正書】

【提出日】平成6年9月21日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】このような鋼材の製造法としては、例えば特開昭55-2768号公報には「パーライト組織を呈しやすい特定成分の鋼をAc<sub>3</sub>点以上の加熱温度から冷却して450～600℃の温度で恒温変態させて、微細

パーライト組織を生成させる硬質レールの製造法」、また特開昭58-221229号公報には「C：0.65～0.85%、Mn：0.5～2.5%を含有して高温の熱を保有したMn高レールを急冷し、レールまたはレールヘッドの組織を微細なパーライトとして耐摩耗性を改善したレールの熱処理法」、さらに特開昭59-133322号公報は「安定してパーライト組織が得られる特定成分の圧延レールを、Ar<sub>3</sub>点以上の温度から特定温度の溶融塩浴中に浸漬して、レール頭頂部表面下約10mmまでにHv>350の硬さをもつ微細なパーライ

ト組織を呈するレールの熱処理方法」が開示されている      ごとく、多くの技術が知られている。